

Pinhole collimator 使用胆道シンチグラフィによる 胆道末端部運動機能の解析

和歌山県立医科大学消化器外科学教室 (主任: 勝見正治教授)

川 嶋 寛 昭

A STUDY ON THE FUNCTION OF SPHINCTER OF ODDI BY BILIARY SCINTIGRAPHY USING PINHOLE COLLIMATOR

Hiroaki KAWASHIMA

Department of Gastroenterological Surgery, Wakayama Medical College

(Director: Prof Masaharu Katsumi)

Pinhole collimator 使用 Tc-99m-E-HIDA 胆道シンチグラフィを用いて基礎的研究を行った結果、本法は優れた画像分解能を示し、健康人にて鮮明な拡大胆道像をえた。そこで胆石症術後症例88例の胆道から十二指腸への胆汁の排出率を放射能活性の減衰率から算出したところ、胆嚢結石群では64.1%、胆嚢から胆管へ逸脱したと考えられる胆管結石群では50.4%、胆管で生成された原発性胆管結石群では18.4%とこの順に低下し、さらに原発性胆管結石群では、cholecystokinin にも反応しがない変化の存在が想定された。また胆道末端部からの放射能活性の減衰は術中胆道内圧値と逆相関し、加齢により低下した。

索引用語: 胆道シンチグラフィ, pinhole collimator, 胆道末端部運動

結 言

胆道末端部運動機能を評価する方法として、実験動物による方法^{1)~7)}や外科領域における術中、術後の胆管内圧測定による方法^{8)~14)}、あるいは近年における内視鏡学の著しい進歩により、endoscopic retrograde cholangiography (ERC) を応用しての胆管内圧測定やテレビモニターでの動態観察による方法がある^{15)~22)}。しかし、これらの方法では必然的に手術や内視鏡挿入といった非生理的要素が加わってくる。これに対し、胆道シンチグラフィは前処置、手技ともに簡便で、より生理的条件下に施行しうる利点があり、近年のシンチスキャン剤の改良²³⁾²⁴⁾とあいまって、本法を用いて胆道末端部の胆汁排出能を評価しようとする試みが報告されつつある^{25)~28)}。そこでこの胆道シンチグラフィでは得ることのできなかつた、より詳細な情報を得ることを目的として、シンチカメラに pinhole collimator を装着し、その画像を実物大まで拡大

させる方法を考案した。本論文ではその方法に関する基礎的研究ならびに臨床応用としての胆石症術後症例での胆道末端部運動機能の解析について述べる。

基礎的研究

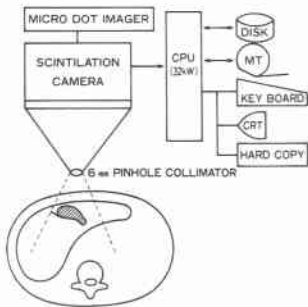
pinhole collimator 使用胆道シンチグラフィの臨床応用への可能性を検討するために基礎的検討を行った。

1. 装置

Pho/Gamma LFOV シンチカメラ (Searle) を on line でミニコンピューター-Scintipac 1200 (Nova 32K 語, Shimadzu) に接続し、これに Tc-N-(2,6-diethylacetanilide)-iminodiacetic acid (以下 Tc-E-HIDA と略す) による画像を収録した。装着すべき collimator として従来より肝、胆道シンチグラフィに用いられてきた 140keV low energy all purpose collimator (以下 all purpose collimator と略す) に加えて、新たに pinhole collimator を選び、これらの collimator の有用性を以下の項目について比較検討した (図1)。

2. 方法

図1 装置の概略



CPU: 演算処理装置, 容量32K 語
 DISK: 磁気ディスク記録装置
 MT: 磁気テープ記録装置
 CRT: 処理画像表示ブラウン管

図2 ラインファントムの模式図

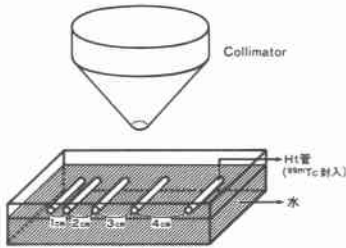
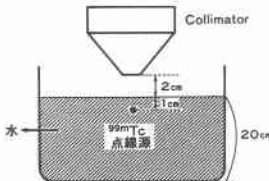


図3 水中点線源に対する等感度分希曲線の検討



(1) pinhole 径の選択

最適の pinhole 径を求めためラインファントムを用いて pinhole の直径が4, 6, 8mm における感度ならびに分解能について検討した。ラインファントムとして図2のごとく水槽内に水を満たし, その中にヘマトクリット検査用ガラス管に Tc 溶解液 (以下 Tc と略す) を封入したものを0.5, 1, 2, 3, 4cm の間隔で並列にならべた装置を使用した。

(2) 水中点線源に対する等感度分布曲線からの検討

図3のごとく深さ20cm の水槽に水を満たし, collimator と水面間距離を2cm に保ち, 点線源として注射針の先端に少量の Tc 溶解液を封入したものを

図4 欠損ファントムの模式図

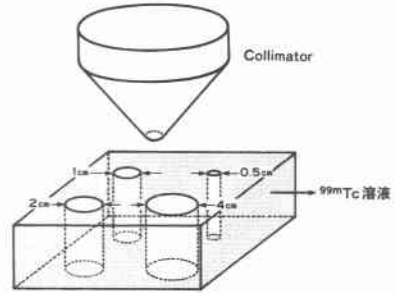


図5 Pinhole 径の大きさと感度, 分解能

Pinhole 径 (mm)	4	6	8
感度	46.3	100	166.7
画像			

い, collimator 中心線上の水深1cm の部位にこの Tc 点線源を置いた場合の感度を100として, 水中点線源に対する感度分布曲線について比較検討した。

(3) 画像拡大率ならびに分解能からの検討

両 collimator における画像拡大率ならびに分解能について以下の実験モデルを用いて検討した。

(i) ラインファントム: pinhole 径の選択で用いた装置を使用し, 線状目的物に対する画像拡大率ならびに分解能について検討した (図2)。

(ii) 欠損ファントム: Tc-99m 溶解液を水槽に入れ, その中に直径が0.5, 1, 2, 4cm の円筒容器を置き, 点状欠損に対する分解能について検討した (図4)。

3. 結果

(1) pinhole 径の選択

図5に示すごとく, 感度は直径が6mm の pinhole collimator での感度を100とすると, 直径が大きいものほど良好であったのに対し, 分解能は逆に直径が小さいものほど良好であった。そこで以後の研究においては, 中間の感度と分解能を有する直径6mm の pinhole collimator を採用した。

(2) 等感度分布曲線からみた collimator の比較

pinhole collimator では all purpose collimator に比較して, 水深5cm 程度までは急速な感度の低下を示

図6 水中等感度分布曲線

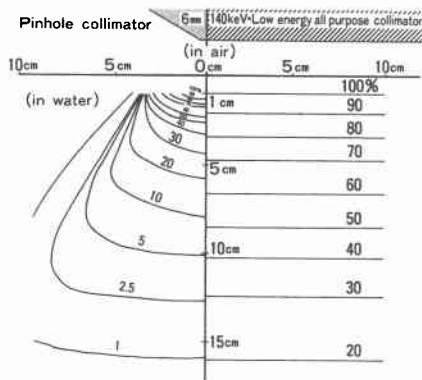
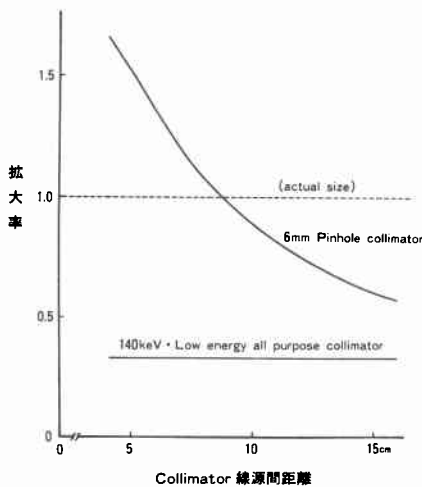


図7 Collimator・ファントム間距離と拡大率



し、中心線から離れると急速に感度が低下した。しかし体内において想定される胆管の位置は体表面から5~15cmに位置し、この間においては中心線から離れても感度の低下は軽度で、またこの間における中心線上の感度の減衰はpinhole collimatorの方がall purpose collimatorよりも小さく、深度の変化に対する影響は小さかった(図6)。

(3) 画像拡大率ならびに分解能からみたcollimatorの比較

画像拡大率はall purpose collimatorではcollimatorとファントム間距離が変わっても拡大率は変化しなかったが、pinhole collimatorでは距離が近づくほど像は拡大され、人体内における胆管の位置は仰臥位では体表より約10cm前後深部にあると考えられ、この距離ではほぼ実物大まで拡大された(図7)。

図8 Pinholeおよびall purpose collimator使用によるラインファントム像の比較

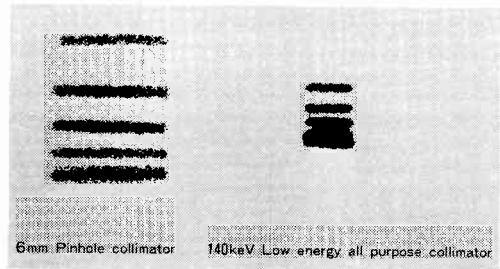
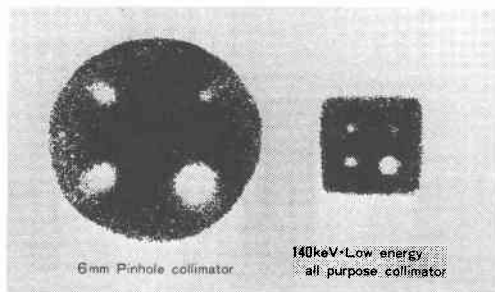


図9 Pinholeおよびall purpose collimator使用による欠損ファントム像の比較



画像分解能は、ラインファントムでの検討では、pinhole collimatorでは1cmの間隔でも識別可能であったのに対し、all purpose collimatorでは3cmでようやく識別可能で(図8)、また欠損ファントムによる検討でも、pinhole collimatorの方が明らかにすぐれていた(図9)。

4. 小括

(1) pinhole径は中間の感度と分解能を示す直径6mmのcollimatorを採用した。

(2) pinhole collimatorではall purpose collimatorと比較して感度はやや劣るが、水中5~15cmの範囲での減衰率は小さかった。

(3) 画像拡大率はpinhole collimatorではcollimatorと線源間距離が近づくほど像が拡大されるのに対し、all purpose collimatorではまったく変化しなかった。

(4) 画像分解能はラインファントム、欠損ファントムいずれの検討においても、pinhole collimatorの方が優れていた。

5) 以上の結果から、pinhole collimatorはall purpose collimatorと比較して、むしろ優れた点が多く、

画像を拡大できる利点から考え、臨床的にも胆道シンチグラフィーへの応用が可能であると考えられた。

臨床的研究

1. 装置

基礎的研究で用いた Pho/Gamma LFOV シンチカメラ (Searle) に直径6mm の pinhole collimator を装着し、写し出された画像を microdot imager に記録し、ミニコンピューター Scintipac1200 (Nova 32K 語, Shimadzu) に接続してデータの保存と画像の再生時の情報処理に用いた (図1)。

2. 対象

(1) 健常人で pinhole collimator 使用胆道シンチグラフィーを施行してその実用性を検討した。

(2) 胆石症術後症例を対象に pinhole collimator 使用胆道シンチグラフィーを施行した。胆石症術後症例は全例術後1カ月を経過した88例を対象とした。その内訳は胆嚢結石57例、胆管結石31例で、胆管結石をさらに結石の成分分析 (赤外吸収スペクトル法) の結果から、胆嚢結石が胆管に逸脱したと考えられる胆嚢結石胆管逸脱例 (以下逸脱群と略す) 25例と胆管に原発したと思われる原発性胆管結石例 (以下原発群と略す) 6例に分けた。なお対象はすべて貧血がなく、肝機能検査で正常値を示した症例で、手術術式として胆嚢摘出術、もしくはこれに総胆管切開、切石、T-チューブドレナージ術が付加されたもので、他の付加手術は加えられていない症例に限定した。

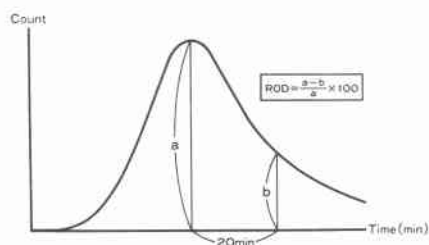
3. 方法

12時間絶食の被験者に Tc-E-HIDA 3mCi を静注し、仰臥位で約15度の第2斜位とし、60秒間の撮影で、5, 10, 15, 20, 25, 30分後の計6画像を microdot imager にてX線フィルム上に記録した。一方 Scintipac 1200 への収録は静注5分後より60秒ごとの画像とした。30分後にただちに胆嚢収縮剤である卵黄製剤 (ダイヤン、丸石製薬株式会社, 15g) を経口投与し、同一方法にて再び画像の記録ならびに収録を行った。以上の検査後、収録した画像を再生し、画像上で胆道末端部に関心領域 (region of interest, 以下 ROI と略す) を設定し (図10)、これより求められる time-activity curve (以下 T-A curve と略す) をもとにその波型分類を試みた。また T-A curve 上でラジオアイソトープ (RI) 活性がピークに達してから20分間での RI 活性減衰率 (rate of decrease, 以下 ROD と略す, %) を算出した。すなわち図11でみられるように、ピーク時の RI 活性 (a) と20分後の活性 (b) とから $ROD (\%) = (a-b)/a \times 100$

図10 胆道シンチグラム上での関心領域の設定



図11 T-A curve 上での減衰率 (rate of decrease, ROD) の測定方法



100と定義した。

この T-A curve の波型分類ならびに ROD をもとに以下の項目について検討した。

(1) T-A curve の波型分類と各胆石群との関係

(2) 各胆石群での ROD の分析

(3) 対象の一部については胆道シンチグラフィー開始60分後に cholecystokinin (The Boots Company, England, 以下 CCK と略す) を投与した際、十二指腸への胆汁排出の反応性。CCK は1ハーバー単位/kg 体重を20ml の生理的食塩水に溶解し、5分間で肘静脈より静注した。

(4) ROD と次の諸因子との関係

(i) 年齢

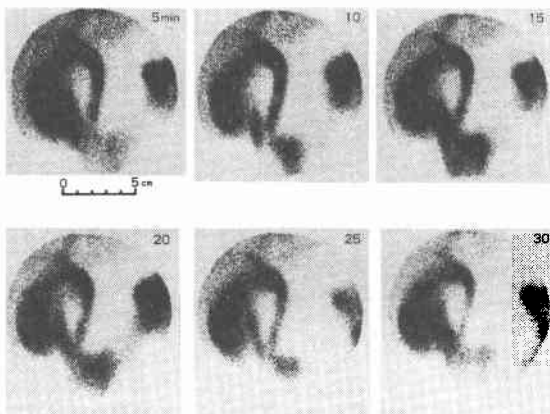
(ii) 術前施行した排泄性胆道造影上の胆嚢像の有無

(iii) 総胆管径

(iv) 術中胆管内圧、流量測定値

胆管内圧、流量測定は Caroli の方法²⁹⁾に準じ、Hopton の定義³⁰⁾による resting pressure (以下 Rp と略す, cmH₂O), opening pressure (以下 Op と略す, cmH₂O) を測定し、また灌流液を満たした50ml の注射

図12 Pinhole collimator 使用による胆道シンチグラフィ (健康人)



筒を十二指腸乳頭部より30cmの高さに固定し、胆嚢管から胆管内へFr. 6号のチューブを通じて1分間に胆管内に流入する灌流液の流量 (flow rate, 以下 Fr と略す, ml/min) として測定した。これらの測定値をもとに線形判別法を用い設定した判別関数 Q ($Q = 0.231 \times Rp + 0.135 \times Op - 0.166 \times Fr$) の値が大きいほど胆道末端部の通過性が不良であることを表わしている³¹⁾。

なお、得られた値の有意性については、Student の t-test により検定した。

4. 結果

(1) 健康人に対する応用

健康人に対し pinhole collimator 使用胆道シンチグラフィを施行したところ、図12のごとくきわめて鮮明な拡大された胆道像がえられ、総胆管、十二指腸の分解能も良好で、臨床的に十分応用可能であると考えられた。

(2) 胆石症術後症例での応用

(i) T-A curve の波型分類と各胆石群の関係

T-A curve は経験上 4 型に分類された。図13の左図に示したように、I型はピークに達した後急速に RI 活性が低下する型、II型はピークに達した後、いったん急速に低下傾向を示すが、その後緩やかに低下する型、III型はピークに達してから緩やかに低下する型、IV型はピークに達してからわずかしこ低下しないか、あるいはほとんど低下しない型である。この分類に従って対象88例の T-A curve を分けると、図13右のごとく胆嚢結石群では I 型が多く、逸脱群では II, III 型が多く、原発群では IV 型が多かった。

図13 結石の所在と T-A curve

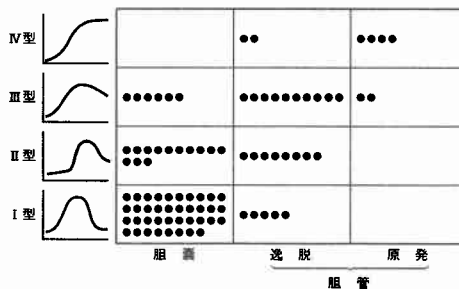
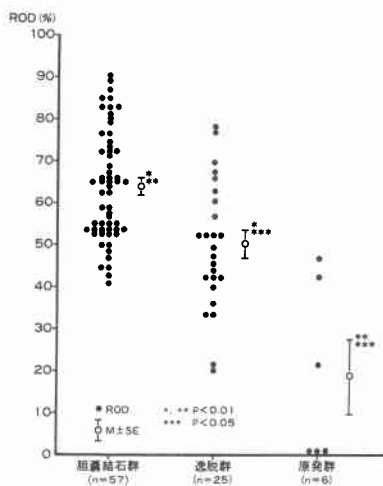


図14 疾患別にみた ROD



(ii) 波型分類でみられた胆嚢結石群、逸脱群、原発群のそれぞれの特徴を ROD により計量化した。この結果を図14に示した。すなわち ROD は胆嚢結石群で 64.1 ± 1.7 (平均 \pm SE, 以下同じ)、逸脱群では 50.4 ± 3.3 、原発群では 18.4 ± 9.0 となった。胆嚢結石群と胆管結石群では 1% 以下の危険率で有意に後者で ROD が低く、胆管結石の中でも逸脱群と原発群とでは 5% 以下の危険率で有意に原発群で低かった。すなわち前項で述べた T-A curve の波型分類でみられた傾向が ROD の検討からも明かになった。

(iii) CCK に対する反応

胆管結石の中でも逸脱群の症例で IV 型、すなわち T-A curve 上 RI 活性が上昇した後、卵黄製剤を投与しても低下しない症例が存在した。そこで同じ IV 型を示した逸脱群と原発群で、胆道シンチグラフィ開始 60 分後に CCK を投与し、この効果を比較検討した。逸脱群症例では図15の上の画像にみられるように、CCK

図15 上：胆嚢結石胆管逸脱例での胆道シンチグラム
下：同一症例での T-A curve

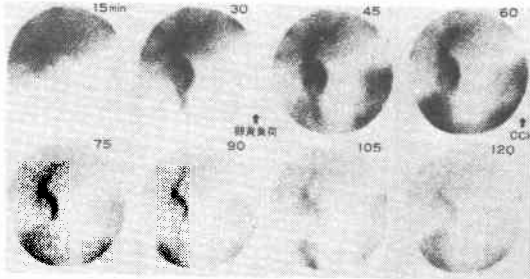
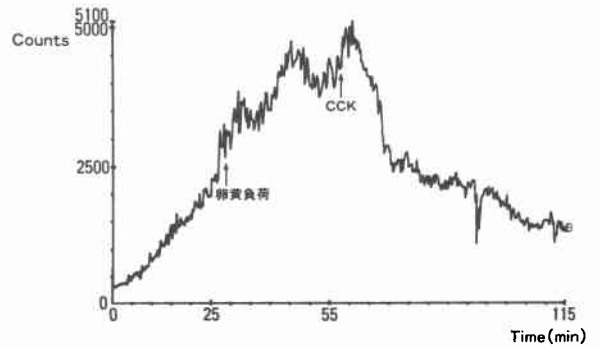
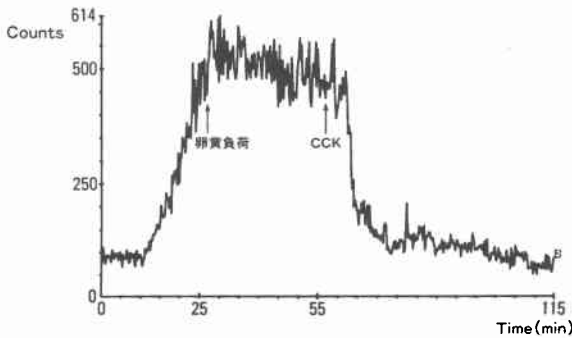
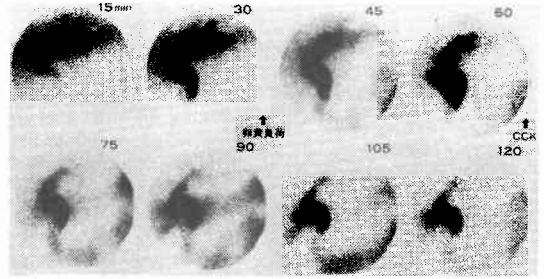


図16 上：原発性胆管結石例での胆道シンチグラム
下：同一症例での T-A curve



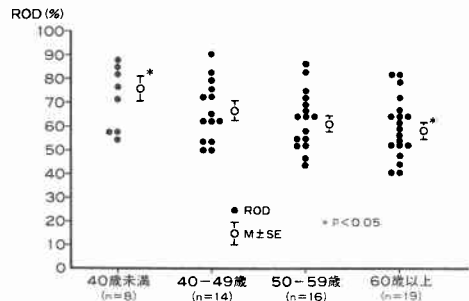
投与後総胆管像は急速に淡くなってゆき、図15の下
の T-A curve でも CCK 投与後 RI 活性は急速な低下を
示した。これに対し原発群症例では図16の上の画像の
ように、CCK 投与後も総胆管像は濃く残っており、図
16の下 の T-A curve でも CCK 投与後 RI 活性は緩徐
にしか低下しなかった。

(iv) ROD に影響をおよぼす諸因子の検討

① 年齢との関係

胆嚢結石群57例を対象として検討した。図17のごと
く、加齢とともに ROD は低下する傾向がみられ、40歳
未満の群 (ROD=76.5±5.0) と60歳以上の群 (ROD=
59.3±2.7) では後者で有意に低下していた。

図17 胆嚢結石例における年齢と ROD の関係 (n=57)



② 術前の排泄性胆道造影上の胆嚢像の有無との関係

胆嚢結石群47例を対象として検討した。図18のごと
く、胆嚢像陰性例の方が軽度 ROD が低下する傾向を
示したが、推計学的に有意差は認められなかった。

③ 総胆管径との関係

総胆管径に差のある胆管結石19例を対象として検討
した。図19のごとく、総胆管径と ROD との間にはま
ったく相関は認められなかった。

④ 術中胆管内圧、流量測定値との関係

Q 値と ROD との関係を検討したところ、Q 値の大
きい症例ほど ROD が低下することが推計学的にも証
明された (図20)。

考 察

胆道末端部機能評価法として、従来より動物を用い
た電気生理学的方法が報告されてきた^{1)~7)}。これらの
報告をみると動物の種により異なる結果がえられ、ま
た同一の刺激に対して相反する反応がみられ、臨床に

図18 術前排泄性胆道造影上での胆嚢陰影の有無と ROD (n=47)

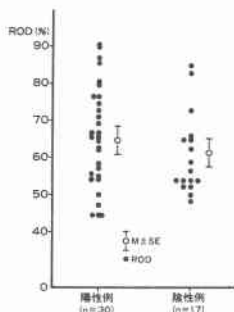


図19 胆管結石例における総胆管径と ROD の関係 (n=19)

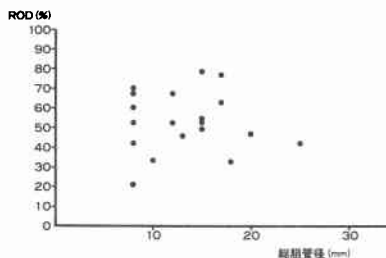
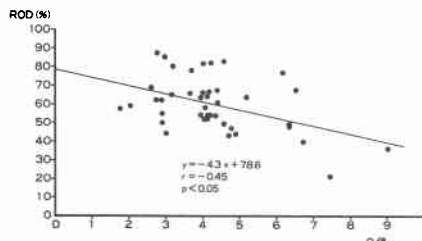


図20 ROD と Q 値との関係 (n=42)



結びつけて考えるには問題がある。臨床面においては主に外科領域において、術中胆道造影、術後 T-チューブから行う方法、透視下に X 線テレビで観察する方法、胆道内圧測定による方法⁸⁻¹⁴⁾、薬物負荷による胆道内圧の変動の測定²²⁾などが積極的に施行されてきた。しかしこれらに共通しているのは、手術症例に限定されることで、その施設に用いる器具でおのずと基準値が異なり、かつ胆道系に対する手術侵襲も加えられていることを考慮しなければならない。一方最近 microtransducer や感圧素子が開発され、内視鏡的にこれらを十二指腸乳頭部に挿入し、その機能を評価できるようになった^{15)~22)}。この方法によれば、対象を内科

領域の症例にまで拡大できる反面、検者にとっては内視鏡挿入というテクニックが要求されること、挿入不可症例もありうること、前投薬の影響を考慮する必要があること、被験者にとってはある程度の苦痛を伴うこと、などといった諸問題を有している。

これに対し、胆道シンチグラフィはその施行にあたっては特殊な技術を必要とせず、前処置としても絶食のみで、きわめて簡便、かつ生理的条件下に行うことができる。かつて static study に主眼が置かれた肝シンチグラフィは、機種や排泄性スキャン剤の相次ぐ開発、改良²³⁾²⁴⁾により、肝、胆道系の胆汁の動態観察 (dynamic study) も可能となり、これを用いて胆道機能を検討する試みが報告されつつある^{25)~28)}。しかしこれらは胆嚢を中心とした運動機能の解析であり、胆管の RI 活性から十二指腸乳頭部機能を検索した報告はみられない。この理由の 1 つに、従来の胆道シンチグラフィでは画像が小さく、胆管に ROI を設定することがきわめて困難であったことが挙げられる。

これに反し今回検討を行った pinhole collimator 使用胆道シンチグラフィでは、基礎的研究ならびに臨床的研究の結果、従来の collimator と比較して、感度こそやや劣るものの分解能は明らかに優れ、より鮮明な、しかも実物大まで拡大された画像がえられることが明らかとなり、胆道末端部に ROI を設定することが可能となった。そこでこの装置を用いて胆石症術後症例を対象に胆道末端部における T-A curve について検討した。胆嚢結石群では総体的にみていったんピークに達した RI 活性は一気に低下した。これは胆管内に貯留した胆汁が、胆道末端部括約筋の運動により一挙に十二指腸への排出されてゆく過程を現わしているものと考えられる。一方逸脱群で II 型、III 型が多く、原発群で IV 型が多かったのは、これとは反対にこれらの群では胆汁の十二指腸への排出障害があることを推定させる。胆道末端部における ROD は、この現象をより客観的に計量的に表現している。すなわち ROD の値は胆道末端部括約筋が機能して胆汁が十二指腸へ流出してゆく程度を数値で表わしており、この値が大きいことはそれだけ胆道から十二指腸への胆汁流出が良好であることを示し、したがって ROD は胆道末端部における胆汁排出機能の一面を反映しているといえる。したがって胆嚢結石群より胆管結石群で、また胆管結石群の中でも逸脱群より原発群で胆道末端部における胆汁排出能が低下していることが想定された。一般に胆道末端部括約筋機能の異常は胆管結石の成因と

して重要視され、佐藤³³⁾も十二指腸乳頭部の機械的、化学的刺激が十二指腸乳頭炎を惹起し、これが胆汁うっ滞、細菌感染を助長し、ビリルビン石灰石の形成の基盤になると述べている。Imamogluら³⁴⁾は胆嚢を摘出した動物で実験的に胆道末端部に狭窄をつくり、胆管結石を生ぜしめて、胆汁のうっ滞が胆管結石形成の一因であることを示した。外傷性、非外傷性胆管狭窄、硬化性胆管炎、Caroli病、周辺臓器の病変による胆管の圧迫、Vater乳頭部の狭窄などに基づく胆汁のうっ滞は、二次性細菌感染が加わって結石が形成されやすい状況を胆管内につくる³⁵⁾。要するところRODは、これら諸原因に起因する胆道末端部括約筋の一時的、あるいは永続的機能障害の有無、程度を表わし、原発群で最も低値を示したのは、胆石症の中にあつてこの群で胆汁の十二指腸への流出障害が最も高度に術後も継続されていることを表わしていると思われる。逸脱群に属する症例でも、原発群に多くみられるIV型のT-A curveとROD低値を示すものが少数ながら存在し、T-A curveの形状とRODのみからは両者を鑑別することが困難な場合があつた。この鑑別はCCKの投与がきわめて有力で、逸脱例では投与後速やかなRI活性の低下が認められるのに反し、原発群では緩徐な反応しか示さなかつた。これは原発群において、卵黄製剤負荷というCCKの内因性刺激のみならず外因性刺激に対しても、なお反応し難い機能的、器質的变化が胆道末端部に存在することを示唆している。

以上の結果からRODは胆道末端部における胆汁排出能の一面を反映するものと考えられるが、RODはまた術中胆管内圧、流量値より求めたQ値との間に密接な関係を有し、胆道内圧の一面も表現しているものと思われる。胆管や膵管の径は加齢とともに多少とも拡張してゆく傾向にあるといわれる³⁶⁾。本研究でも胆道末端部括約筋機能とさほど関係していないと思われる胆嚢結石群において、加齢により胆道末端部の機能低下を招来する可能性が明らかにされた。

結 語

1. 基礎的研究を行った結果、シンチカメラに直径6 mmのpinhole collimatorを装着することにより、従来のall purpose collimatorと比較して、感度はやや劣るが、分解能は優れ、また後者の方法では得られない拡大画像がえられた。

2. 健常人にpinhole collimator使用胆道シンチグラフィを施行したところ、きわめて鮮明な拡大された胆道像がえられた。

3. 胆石症術後症例を対象にpinhole collimator使用胆道シンチグラフィを施行し、以下の結果を得た。

(1) T-A curveは経験上RI活性がピークに達してから一気に下降するものから、ピークに達しても以後わずかしか低下しないか上昇しつづけるものまで4型に分類された。

(2) 胆道末端部に設定したROIにおけるT-A curve上でRODを設定し、RI活性の減衰を定量化した。

(3) RODは胆嚢結石、胆管結石の逸脱群、原発群でそれぞれで異なり、推計学的に有意にこの順に低下していた。

(4) T-A curveの肉眼的分類でみられた傾向がRODの検討からも明らかとなった。すなわちT-A curve上、下降のゆるやかな症例ほどRODの値が小さい傾向を示した。

(5) 類似したT-A curve, RODを示す逸脱群、原発群の症例の鑑別にはCCKの投与が有用であった。すなわち逸脱群では本剤の投与によりすみやかに反応することから原発群と区別された。

(6) RODは術中胆管内圧、流量測定値と関連し、加齢により軽度低下した。

稿を終えるにあたり、御指導ならびに御校閲を賜りました和歌山県立医科大学消化器外科勝見正治教授、終始一貫して直接御指導をいただいた青木洋三講師ならびに研究グループの諸兄に深謝いたします。また、基礎的研究で多大の御協力をいただいた和歌山県立医科大学放射線科鳥住和民技師に深謝いたします。

なお本論文の要旨は昭和56年7月第18回日本消化器外科学会(広島)、昭和59年10月第26回日本消化器病学会ワークショップ(千葉)および昭和60年4月第85回日本外科学会総会シンポジウム(仙台)において発表した。

文 献

- 1) Ishioka T: Electromyographic study of the choledochoduodenal junction and duodenal wall muscle. *Tohoku J Exp Med* 70: 73-84, 1959
- 2) 榎 哲夫: 胆汁排出におけるオッジ筋の機能的独立性について. *東北医誌* 63: 36-48, 1961
- 3) 小野慶一: 胆道の運動—その電気生理学的ならびに映像工学的観察—. *日平滑筋会誌* 7: 1-18, 1971
- 4) 藤野敏行: 胆道(胆管・胆嚢)の運動機能. *日平滑筋会誌* 8: 71-82, 1972
- 5) 柳浦才三, 水野栄子, 石崎みほ: 胆汁排出に及ぼす数種薬物の影響. *日平滑筋会誌* 8: 172-184, 1972

- 6) Becker JM, Moody FG, Zinsmeister AR: Effect of gastrointestinal hormones on the biliary sphincter of the opossum. *Gastroenterology* 82: 1300—1307, 1982
- 7) Honda R, Toouli J, Dodds WJ et al: Relationship of sphincter of oddi spike bursts to gastrointestinal myoelectric activity in conscious opossums. *J Clin Invest* 69: 770—778, 1982
- 8) 三村一夫: 上腹部疾患における開腹時の胆道内圧に関する研究. *日外会誌* 60: 1738—1759, 1960
- 9) 石井敏明: 術中胆道造影法の検討並びに術中内圧測定の意義. *日消病会誌* 66: 296—315, 1969
- 10) 本山博信: 胆道外科におけるラジオマンOMETリー
の臨床的研究. *日外会誌* 72: 817—838, 1971
- 11) 野呂俊夫: 胆道内圧に関する臨床的ならびに実験的
研究. *日外会誌* 73: 1640—1655, 1972
- 12) 草野 佐: 胆管内圧および内圧下降曲線による胆
道末端部の機能的な研究. *日消外会誌* 9: 14—26,
1976
- 13) 斎藤英樹: 胆石症における胆道末端部病変の診断
法としてこの流量測定法の意義について. *日外会
誌* 77: 1377—1393, 1976
- 14) 宮崎逸夫, 永川宅和: 胆道内圧, 流量測定の意義.
外科 38: 551—557, 1978
- 15) Caroli J, Porcher P, Pequignot G et al: Contribu-
tion of cineradiology to study of the function
of the human biliary tract. *Am J Dig Dis* 5:
677—696, 1960
- 16) 小林絢三, 三谷栄時, 山田英明: 胆道末端部(乳頭
部)機能異常について. *日消病会誌* 72:
664—671, 1975
- 17) Geenen JE, Hogan WJ, Dodds WJ et al: Intra-
luminal pressure recording from the
human sphincter of Oddi. *Gastroenterology*
78: 317—324, 1980
- 18) Csendes A, Kruse A, Funch-Jensen P et al: Pres-
sure measurements in the biliary and pan-
creatic duct systems in controls and patients
with gallstones, previous cholecystectomy, or
common bile duct stones. *Gastroenterology*
77: 1203—1210, 1979
- 19) Carr-Locke DL, Gregg JA: Endoscopic
manometry of pancreatic and biliary sphincter
zones in man. Basal results in healthy volun-
teers. *Dig J Sci* 26: 7—15, 1981
- 20) 山田英明, 三谷栄時, 小林絢三: 胆道末端部の機能
診断. 胆道末端部運動波型のコンピューターによ
る分析. *胃と腸* 17: 1231—1236, 1982
- 21) 赤坂裕三, 中島正継, 川井啓市: 胆道末端部の機能
診断. 内視鏡直視下導出法による乳頭部筋電図を
中心に. *胃と腸* 17: 1237—1242, 1982
- 22) 田中雅夫, 池田靖洋, 吉本英夫ほか: Microtrans-
ducerによる内視鏡的胆管膵管内圧測定と乳頭括
約筋機能検査. *胃と腸* 17: 1251—1256, 1982
- 23) Loberg MD, Cooper M, Marvey E et al: Devel-
opment of new radiopharmaceuticals based on
N-substitution of iminodiacetic acid. *J Nucl
Med* 17: 633—638, 1976
- 24) Englert EJ, Vincent SWC: Quantitative anal-
ysis of human biliary evacuation with a
radioisotopic technique. *Gastroenterology* 50:
506—518, 1966
- 25) Torizuka K, Fujii M, Morita R et al: Scintil-
lation camera 1600-channel analyzer in the
evacuation of liver and gallbladder function. *J
Nucl Med* 10: 445—446, 1969
- 26) Chapple MJ, Nolan DJ, Low-Beer TS et al:
Gall-bladder emptying measured by a
radioisotopic method. *Br J Radiol* 48: 19—22,
1975
- 27) Spellman SJ, Shaffer EA, Rosenthal L: Gall-
bladder emptying in response to cholecysto-
kinin. A cholelescintigraphic study. *Gastroenter-
ology* 77: 115—120, 1979
- 28) Krishnamurthy BT, Bobba VR, Kingston E:
Radionuclide ejection fraction: A technique for
quantitative analysis of motor function of the
human gallbladder. *Gastroenterology* 80:
482—490, 1981
- 29) 吉岡 一: ラジオマンOMETリーによる胆管圧異常
値の診断とその治療法. *総合臨* 8: 289—305,
1959
- 30) Hopton D, White TT: An evaluation of
manometric operative cholangiography in 100
patients with biliary disease. *Surg Gynecol
Obstet* 133: 949—954, 1971
- 31) 佐々木政一, 川口富司, 嶋田浩介ほか: 胆石症にお
ける術中胆道内圧, 流量測定によりみた総胆管切
開の適応について. *日消外会誌* 17: 752—757,
1984
- 32) 長嶋英幸, 松代 隆, 趙 弘実ほか: 塩酸負荷胆道
内圧測定法. *日消外会誌* 14: 532—538, 1981
- 33) 佐藤寿雄: 胆道疾患. 東京, 永井書店, 1983,
p73—147
- 34) Imamoglu K, Yonehiro EG, Perry JF Jr et al:
Formation of calculi following cholecys-
tectomy attending partial occlusion of the com-
mon bile duct. *Surg Forum* 8: 225—229, 1957
- 35) Berk JE, Meshkinpour H, Schapiro M et al:
Cholelithiasis. Edited by Berk JE, Mesh-
kinpour H, Schapiro M et al: *Gastroenterology*.
Vol 6, 4th edition. Philadelphia, Saunders, 1985,
p3693—3705
- 36) Nakada I: Changes in morphology of the
distal common bile duct associated with aging.
Gastroenterol Jpn 16: 54—63, 1981